

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 61-212084

(43)Date of publication of application : 20.09.1986

(51)Int.Cl.

H01S 3/18

(21)Application number : 60-053694

(71)Applicant : NEC CORP

(22)Date of filing : 18.03.1985

(72)Inventor : IWATA HIROSHI

(54) SEMICONDUCTOR LASER

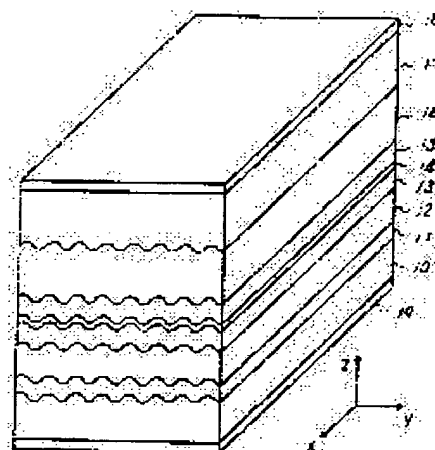
(57)Abstract:

PURPOSE: To obtain a semiconductor laser having excellent temperature characteristics with a low threshold, by providing, adjacent to each active layer, a trapping layer having a forbidden band whose width is larger than that of the active layers which are undulated in such a small cycle that the quantum effect appears in one of the facial directions.

CONSTITUTION: The present semiconductor laser has active layers whose thickness is so small that the quantum effect appears. The active layer has undulation in one of the facial directions, and the cycle of the undulation is so small that the quantum effect appears.

Adjacent to the active layers, the laser also has trapping layers having a forbidden band whose width is larger

than that of the active layers. Particularly, the laser is constituted by an N-type GaAs substrate 10 provided with undulation having a cycle of 200nm or less, and by an N-type GaAs buffer layer 11, an N-type $\text{Al}_x\text{Ga}_{1-x}\text{As}$ clad layer 12, a first guide layer 13 of $\text{Al}_y\text{Ga}_{1-y}\text{As}$, a second guide layer 15 of $\text{Al}_z\text{Ga}_{1-z}\text{As}$, a P-type $\text{Al}_u\text{Ga}_{1-u}\text{As}$ clad layer 16, a P-type GaAs cap layer 17, a positive electrode 18 and a negative electrode 19, which are deposited by crystal growth on the substrate 10. The cyclic undulation on the substrate is produced by forming a resist pattern by means of the two-beam interference exposure and chemically etching the substrate.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

⑬ 日本国特許庁(JP)

⑩ 特許出願公開

⑨ 公開特許公報(A) 昭61-212084

⑪ Int. Cl.⁴

識別記号

庁内整理番号

⑭ 公開 昭和61年(1986)9月20日

H 01 S 3/18

7377-5F

審査請求 未請求 発明の数 1 (全3頁)

⑫ 発明の名称 半導体レーザ

⑮ 特 願 昭60-53694

⑯ 出 願 昭60(1985)3月18日

⑰ 発 明 者 岩 田 普 東京都港区芝5丁目33番1号 日本電気株式会社内

⑱ 出 願 人 日本電気株式会社 東京都港区芝5丁目33番1号

⑲ 代 理 人 弁理士 内 原 晋

明 細 書

発明の名称 半導体レーザ

特許請求の範囲

利得領域である一層または多層の活性層を有しこの活性層の層厚が量子効果が現われるほど薄くかつこの活性層の面方向の一方に量子効果が現われる程に周期の短かいおりを有し、この活性層に隣接してこの活性層の制御電極より制御電極の大きい閉じ込め層を有することを特徴とする半導体レーザ。

発明の詳細な説明

(産業上の利用分野)

本発明は半導体レーザに関する。

(従来技術とその問題点)

従来開発された半導体レーザとして第2図に示すような量子井戸構造レーザがある。このような量子井戸構造レーザでは閉じ込め層20により電

子及び正孔が量子井戸層21内で層厚方向に閉じ込められて量子化され擬二次元的にふるまうために、閾値電流密度が小さく、温度特性が良いという優れた特性を有している(エレクトロニクス、レーザズ(Electronics Letters)第18巻1096ページ(1982年))。

しかしながら、このような従来の量子井戸構造レーザでは層に垂直な方向にのみ量子化されるだけで量子井戸層に平行な方向では量子化されていないため、閾値電流の低減や温度特性の改善がまだまだ不十分であった。

(発明の目的)

本発明の目的はこのような欠点を除去した、低閾値でかつ温度特性に優れた半導体レーザを提供することにある。

(発明の構成)

本発明によれば、利得領域である一層または多層活性層を有しこの活性層の層厚が量子効果が現われる程に薄く、かつこの活性層の面方向の一方に量子効果が現われる程に非常に周期の短か

いうねりを有し、この活性層に隣接して、活性層の禁性帯幅より禁性帯幅の大きい閉じ込め層を有することを特徴とする半導体レーザが得られる。

(本発明の原理)

本発明は上述の構成をとることにより従来技術の問題点を解決した。

活性層が薄膜状であり、ななかつ面方向に非常に短い周期のうねりを有し、この活性層に隣接して閉じ込め層を有する構造において、電子及び正孔は厚み方向に閉じ込められるとともに、うねりの方向にも閉じ込められる。このため電子及び正孔が自由に動けるのは活性層の面内のうち、周期的なうねりの方向に垂直な方向のみであり、電子及び正孔は擬一次元的なふるまいをする。このときの状態密度は、量子化された離散的なエネルギー単位の近傍でのみで大きいという一次元系に特有な形となる。このような系に電子及び正孔を注入した場合、大部分の電子及び正孔は特定のエネルギー単位近傍に集中して存在しており、レーザとした場合、三次元系や二次元系に比べ、発振

に寄与しない電子及び正孔の数が著しく減少する。このため閾値電流密度が大きく減少する。また、温度が変化した場合でも、電子及び正孔のエネルギー分布の様子があまり変化しないので、閾値電流の増加が小さく温度特性に優れた半導体レーザとなる。

(実施例)

次に図面を参照して本発明の一実施例について説明する。

第1図は一実施例を示す斜視図で、周期が200 nm以下の凹凸を形成したn型GaAsからなる基板10上に結晶成長されたn型GaAsからなるベアラー層11、n型 $Al_xGa_{1-x}As$ からなるn型クラッド層12、 $Al_yGa_{1-y}As$ からなる第1ガイド層13、GaAsからなる厚さが30 nmの活性層14、 $Al_zGa_{1-z}As$ からなる第2ガイド層15、P型 $Al_wGa_{1-w}As$ からなるP型クラッド層16、P型GaAsからなるキャップ層17及びP電極18、n電極19から構成されている。

基板10上の周期的な凹凸は、二光束干渉露光法に

よりレジストパターンを形成したのちケミカルエッチングを行なうことにより製作した。また、基板10上の結晶成長層は分子梁エピタキシャル法により製作した。

便宜的に座標系を定めることにし活性層14の面に平行な方向をx、周期的なうねりの方向をy、層厚方向をzとする。第1ガイド層13及び第2ガイド層15によって作られる電子及び正孔に対するポテンシャルはx方向には一定でありxの値にはよらないがy-z平面ではy、zの関数であり、周期的変動をしているため、電子及び正孔はz方向はもちろんy方向にも自由な運動を行なうことができない。このため、y-zの二次元方向に量子化され、y-z方向のエネルギー単位は離散的な値をとる。これを ϵ_n とすると、電子のエネルギー ϵ は

$$\epsilon = \epsilon_0 + \frac{\hbar^2 k_y^2}{2m_e}$$

と表わされる。ただし、 k_y はy方向の波数であり m_e は電子の有効質量である。このようなバ

ンド構造の状態密度は $1/\sqrt{\epsilon - \epsilon_n}$ に比例するため、 $\epsilon = \epsilon_n$ で非常に大きくなる。正孔についても状況は全く同じである。

このような擬一次元的なバンド構造では、大部分の電子及び正孔がy-z方向のエネルギー単位 ϵ_n に近いエネルギーを持っており、このため利得スペクトルが非常に狭く、わずかの注入電流により、レーザ発振を行なうことができる。また、温度が変化した場合でも大部分の電子及び正孔はy-z方向のエネルギー単位近傍に分布しており、発振閾値電流の増加の原因となる高いエネルギーを持った電子及び正孔の数があまり増えないので温度特性に優れた半導体レーザとなる。

本実施例は活性層を1つとしたがこれに限らず多層の量子井戸構造でも原理は同じであるので同様の効果が得られる。

また上述の実施例では組成の一種を第1ガイド層及び第2ガイド層を設けたがこれに限らず、グレートインデックス構造や、ガイド層を特設しない構造でも良い。

第 1 図

また上述の実施例では AlGaAs 系結晶を素材としたがこれに限らず InGaAs 系等の半導体を用いてもよいことは明らかである。

(発明の効果)

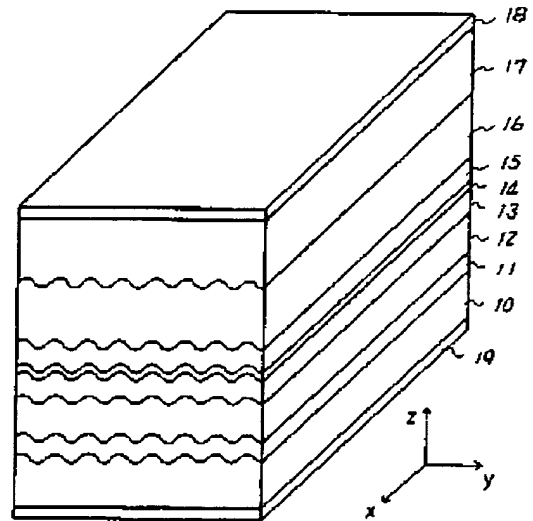
本発明によれば閾値電流密度が小さく、かつ温度特性に優れた高性能半導体レーザを得ることができる。

図面の簡単な説明

第1図は本発明の一実施例を示す斜視図、第2図は従来の量子井戸構造レーザの斜視図である。

図において

- 10…基板 11…バッファ層 12… n 型クラッド層 13…第1ガイド層 14…活性層 15…第2ガイド層 16… p 型クラッド層 17…キャップ層 18… p 電極 19… n 電極 20…閉じ込め層 21…量子井戸層

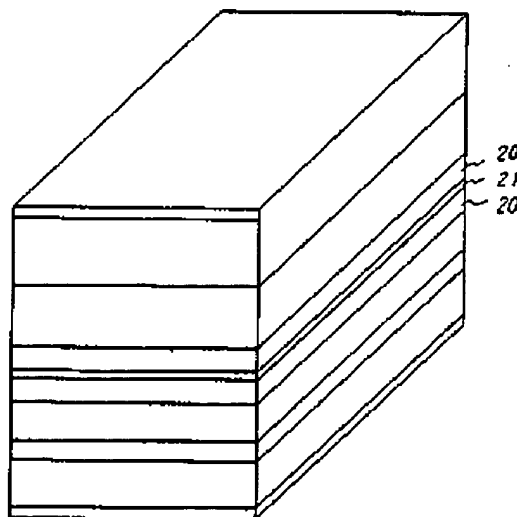


- 13 : 第1ガイド層
14 : 活性層
15 : 第2ガイド層

代理人 弁理士 内 原



第 2 図



- 20 : 閉じ込め層
21 : 量子井戸層